

# IL GIOCO DI TURING

*a cura del gruppo di lavoro  
«Guido ed Emma Castelnuovo»*



## LICEO MATEMATICO

**Università “Sapienza”  
Roma, 20 novembre 2020**

**Proff. Enrico Rogora  
P. Berneschi, E. Possamai**



# ADDIZIONATORE UNARIO

## Fase I: IL GIOCO DI TURING



**MACCHINA DI TURING**  
Dal gioco al grafo al codice

**GRUPPO DI PROGETTO:**  
E. Possamai - P. Berneschi  
*Scheda studente*

---

**Gioco di Turing**

Il docente vi ha spiegato il funzionamento generale di una macchina di Turing e ora **PREPARATEVI A GIOCARE E A SIMULARE UNA MACCHINA DI TURING**

Formate gruppi con 7 componenti: **6 stati** (Q0, Q1, Q2, Q3, Q4, Q5) e **1 testina** (T).

Ogni gruppo simulerà una Macchina di Turing.

Ad ogni gruppo viene consegnato il Kit sperimentale contenente:

- 4 gettoni con i simboli X, 0, B, C
- le pettorine con i ruoli che ciascun elemento del gruppo dovrà ricoprire durante il gioco
- due cartoncini spostamento RIGHT e LEFT
- le buste con le istruzioni (ciascun componente prenderà la propria busta).

Ogni gruppo si siede attorno ad un banco su cui vengono posizionati i gettoni e i cartoncini spostamento in zone appositamente marcate per i gettoni e per i cartoncini. Avete a disposizione una lavagna (o lavagnetta o un foglio) ben visibile a tutti i componenti. Ogni componente prende la pettorina in base al ruolo che intende assumere.

Sulla lavagna viene copiata la seguente tabella.

B	B	0	0	C	0	B	B
		↑					

Ogni componente, in base al proprio ruolo, apre la propria busta legge le istruzioni e si dà il via al gioco.

**N.B.** Non è consentito chiedere aiuto agli insegnanti per eventuali delucidazioni, ma solo discutere tra i componenti di ogni gruppo per interpretare le istruzioni. Le istruzioni potranno essere rilette e interpretate anche durante lo svolgimento del gioco.

Riportate nella seguente tabella la stringa ottenuta

--	--	--	--	--	--	--	--

Quando tutte le Macchine di Turing hanno ottenuto la stringa finale, si confrontano i risultati.

---

LICEO NOMENTANO - CLASSE:  
Componenti del gruppo: \_\_\_\_\_




**ISTRUZIONI**

**GIOCO**

**DI TURING**

SET  
SPERIMENTALE

7 studenti: 6 stati (da Q0 a Q5) e una testina (T)

**Se il gioco viene realizzato in presenza**

Un banco con 7 sedie



**Se il gioco viene realizzato on line**

Organizzare una riunione on line con la possibilità di accendere telecamere e microfoni





LEFT



RIGHT





## II GIOCO DI TURING

è un *gioco di ruolo* in cui gli studenti simulano una Macchina di Turing.

Ad ogni studente viene assegnato un ruolo con delle istruzioni da seguire.

### **finalità del gioco:**

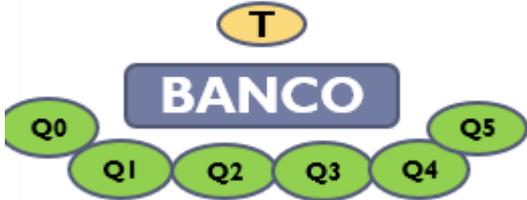
far comprendere agli studenti in modo attivo cosa può fare una Macchina di Turing interpretando dei dati in ingresso e in uscita.

In particolare  
questa prima parte del laboratorio prevede l'analisi di una

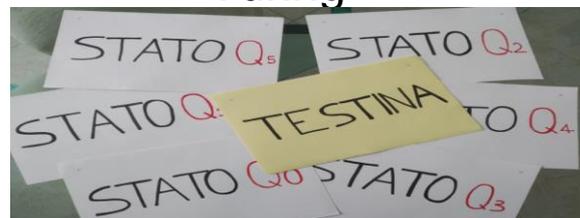
### ***MACCHINA DI TURING ADDIZIONATRICE***

# SET SPERIMENTALE ADDIZIONATORE UNARIO

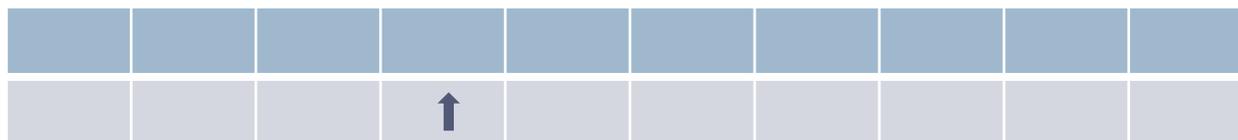
7 studenti: 6 stati (da Q0 a Q5) e una testina (T)

Se il gioco viene realizzato in presenza	Se il gioco viene realizzato on line
<p data-bbox="479 425 852 458">Un banco con 7 sedie</p> 	<p data-bbox="1064 389 1850 468">Organizzare una riunione on line con la possibilità di accendere telecamere e microfoni</p> 

Ogni studente avrà la propria pettorina con il ruolo che assumerà nel gioco di Turing



Una lavagna/ tavoletta grafica, visibile a tutti, con una successione ordinata di caselle adiacenti in cui possono essere scritti e cancellati dei simboli e sotto cui viene disegnata una freccia indicatrice della casella corrente.



# SET SPERIMENTALE ADDIZIONATORE UNARIO

Quattro gettoni, un gettone per ogni simbolo

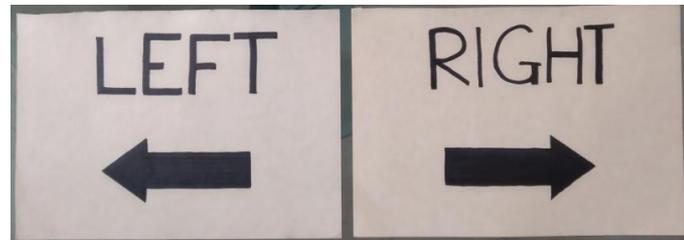
*Per ogni gruppo  
se  
in presenza*



*Per ogni componente  
se  
on line*

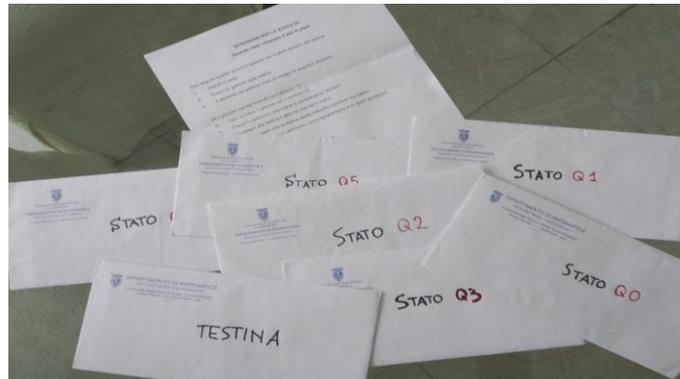
Un cartellino con la scritta RIGHT e un cartellino con la scritta LEFT.

*Per ogni gruppo  
se  
in presenza*



*Per ogni stato  
se  
on line*

- Una busta con le istruzioni per la testina. Una busta con le istruzioni per ogni stato



# ISTRUZIONI PER LA TESTINA (modalità in presenza)

## **ISTRUZIONI INIZIALI (INIT):**

***Inizi il gioco eseguendo le seguenti istruzioni***

- i. Raggiungi la lavagna
- ii. Leggi ad alta voce il simbolo sul nastro in corrispondenza della freccia segnaletica.
- iii. Torni al banco e prendi il gettone con il simbolo appena letto.
- iv. Consegni il gettone allo stato in piedi.
- v. Attendi nella tua postazione.

## **ISTRUZIONI SUCCESSIVE**

***Dopo aver iniziato il gioco come specificato in INIT lo prosegui eseguendo le seguenti istruzioni***

1. Ricevi un gettone dallo stato in piedi
2. Raggiungi la lavagna
3. Cancelli con il cancellino il simbolo sul nastro nella posizione indicata dalla freccia segnaletica e scrivi con il gesso o con il pennarello il simbolo riportato sul gettone nella posizione indicata dalla freccia segnaletica
4. Torni al banco e ricevi dallo stato in piedi il cartoncino con l'indicazione dello spostamento della freccia segnaletica da effettuare
5. Torni alla lavagna, cancelli la freccia segnaletica e la copi sotto la casella a destra o a sinistra secondo quanto indicato sul cartoncino che hai ricevuto.
6. Leggi ad alta voce il simbolo sul nastro in corrispondenza della nuova posizione della freccia segnaletica.
7. Torni al banco e prendi il gettone con il simbolo appena letto.
8. Consegni il gettone allo stato in piedi e poggia il cartoncino con l'indicazione del movimento della freccia segnaletica sul banco.
9. Torni al punto 1 del blocco ISTRUZIONI SUCCESSIVE.

# ISTRUZIONI PER LA TESTINA (modalità on line)

## **ISTRUZIONI INIZIALI (INIT):**

***Inizi il gioco eseguendo le seguenti istruzioni***

- i. prepara la lavagna grafica che condividerai durante il gioco e riporta la tabella che ti è stata inviata dal docente
- ii. Leggi ad alta voce il simbolo sul nastro in corrispondenza del puntatore.
- iii. prendi il gettone con il simbolo appena letto.
- iv. mostri il gettone allo stato con la telecamera accesa.
- v. Attendi con la telecamera accesa

## **ISTRUZIONI SUCCESSIVE**

***Dopo aver iniziato il gioco come specificato in INIT lo prosegui eseguendo le seguenti istruzioni***

1. Ricevi “ virtualmente” un gettone dallo stato con la telecamera accesa
2. Cancelli il simbolo sul nastro nella posizione indicata dal puntatore e scrivi il simbolo riportato sul gettone nella cella di cui hai cancellato il contenuto
4. ricevi dallo stato “in gioco” il cartoncino con l’indicazione dello spostamento del puntatore da effettuare
5. cancelli il puntatore e lo sposti nella casella a destra o a sinistra secondo quanto indicato sul cartoncino che hai ricevuto.
6. Leggi ad alta voce il simbolo sul nastro in corrispondenza della nuova posizione del puntatore
7. prendi il gettone con il simbolo appena letto.
8. mostri il gettone allo stato con la telecamera accesai
9. Torni al punto 1 del blocco ISTRUZIONI SUCCESSIVE.

# ISTRUZIONI PER LO STATO Q0 (modalità in presenza)

Devi seguire queste istruzioni quando sei in piedi davanti alla testina

1. Attendi in piedi davanti alla testina.
2. Ricevi un gettone dalla testina
3. A seconda del gettone ricevuto esegui le seguenti istruzioni

## **Se il gettone che hai ricevuto ha il simbolo "0"**

- A. Lasci il gettone che hai ricevuto e prendi il gettone con il simbolo "X".
- B. Prendi il cartoncino che indica lo spostamento a "RIGHT".
- C. Consegni alla testina il gettone che hai in mano.
- D. Attendi in piedi che la testina abbia trascritto il simbolo sul nastro.
- E. Consegni alla testina il cartoncino con lo spostamento.
- F. Chiami lo stato Q1 che si alzerà in piedi e ti siedi.

## **Se il gettone che hai ricevuto ha il simbolo "C"**

- A. Lasci il gettone che hai ricevuto e prendi il gettone con il simbolo "B".
- B. Prendi il cartoncino che indica lo spostamento a "RIGHT".
- C. Consegni alla testina il gettone che hai in mano.
- D. Attendi in piedi che la testina abbia trascritto il simbolo sul nastro.
- E. Consegni alla testina il cartoncino con lo spostamento.
- F. Chiami lo stato Q5 che si alzerà in piedi e ti siedi.

**Se il gettone che hai ricevuto presenta un simbolo diverso da "0" o "C" alzi la mano e pronunci ad alta voce "BLOCCARE LA MACCHINA".**

# ISTRUZIONI PER LO STATO Q0 (modalità on line)

Devi seguire queste istruzioni quando hai la telecamera accesa

- 1.Mantieni la telecamera accesa.
- 2.La testina ti mostra un gettone con un simbolo
- 3.A seconda del gettone ti è stato mostrato esegui le seguenti istruzioni

## **Se il gettone che ti è stato mostrato ha il simbolo “0”**

- A.prendi il gettone con il simbolo “X” e lo mostri alla testina
- B.Attendi con la telecamera accesa che la testina abbia trascritto il simbolo sul nastro.
- C.Prendi il cartoncino che indica lo spostamento a “RIGHT” e lo mostri alla
- D.Chiami lo stato Q1 che accenderà la telecamera e spegni la tua telecamera.

## **Se il gettone che ti è stato mostrato ha il simbolo “C”**

- A.prendi il gettone con il simbolo “B” e lo mostri alla testina
- B.Attendi con la telecamera accesa che la testina abbia trascritto il simbolo sul nastro.
- C.Prendi il cartoncino che indica lo spostamento a “RIGHT” e lo mostri alla testina
- D.Chiami lo stato Q5 che accenderà la telecamera e spegni la tua telecamera

**Se il gettone che hai ricevuto presenta un simbolo diverso da “0” o “C” alzi la mano e pronunci ad alta voce “BLOCCARE LA MACCHINA”.**

## CONFIGURAZIONE INIZIALE

Sulla lavagna viene copiata la seguente stringa.

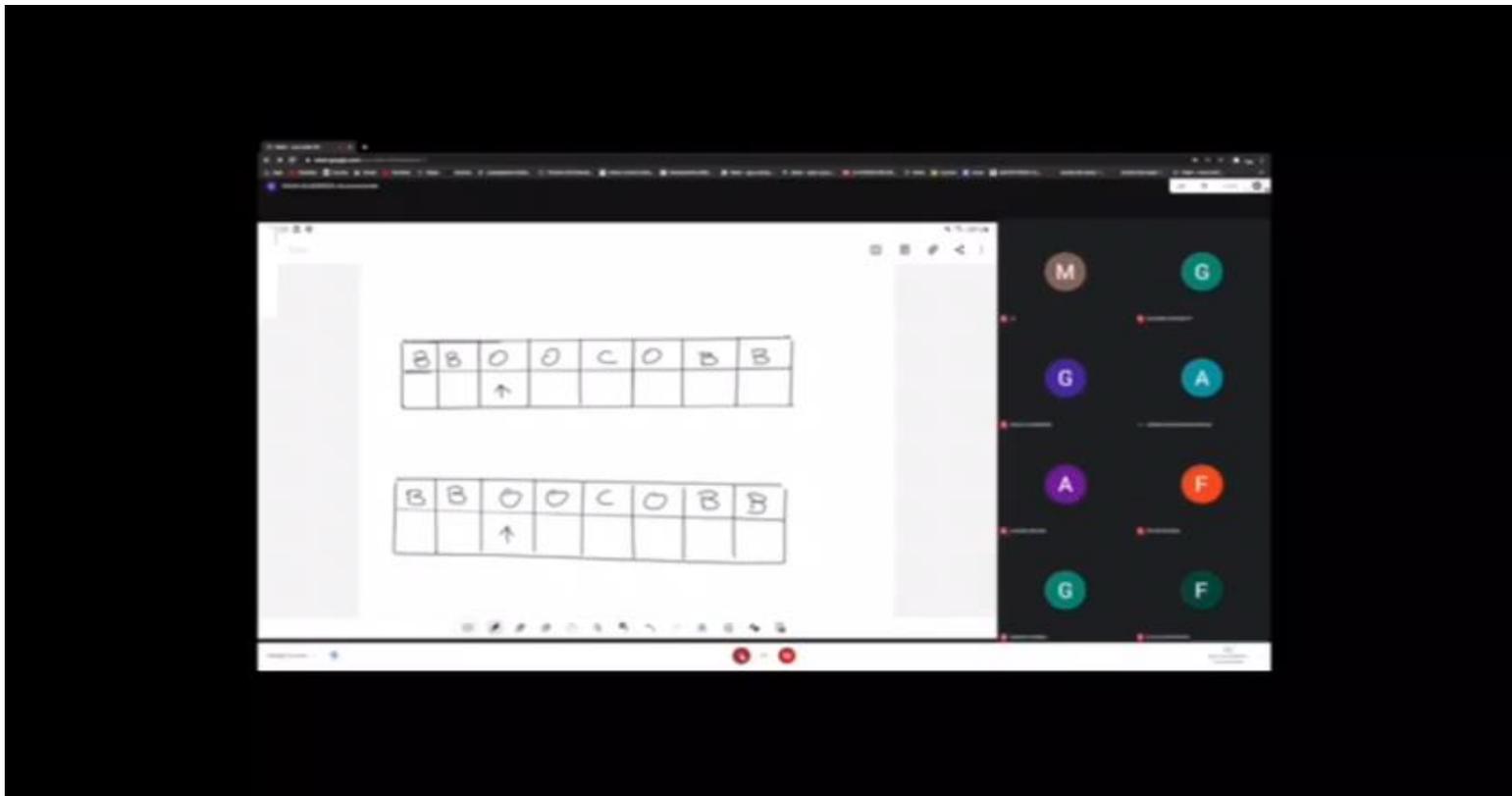
<b>B</b>	<b>B</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>C</b>	<b>0</b>	<b>B</b>	<b>B</b>
		↑					

N.B. il simbolo «B» può essere sostituito con «\_»

**e...VIA AL GIOCO!**

Ogni giocatore dovrà seguire le istruzioni che gli sono state consegnate, in base al proprio ruolo e alla modalità di gioco:  
in presenza / on line

# SIMULAZIONE GIOCO *ON LINE* ADDIZIONATORE UNARIO



**Se la macchina non si blocca e  
ad un certo punto viene chiamato lo STATO Q5**

Secondo istruzioni lo STATO Q5 pronuncerà la  
*fatidica frase*

**“LA MACCHINA HA TERMINATO IL SUO  
COMPITO”**

**e se la Macchina di Turing ha funzionato correttamente...**  
*ha preso in input la stringa*

<b>B</b>	<b>B</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>C</b>	<b>0</b>	<b>B</b>	<b>B</b>
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

*ha restituito in output la seguente stringa*

<b>B</b>	<b>B</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>B</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

***Gli studenti scopriranno solo dopo se la stringa ottenuta è  
corretta perché lo scopo di questa prima attività è quello di farli  
concentrare sul funzionamento della macchina e non sul  
risultato ottenuto.***

# ADDIZIONATORE UNARIO

## Fase II: TURING MACHINE SIMULATOR

 **MACCHINA DI TURING**  
Dal gioco al grafo al codice

**BRIEF DI PROGETTO:**  
E. Rogora E. Possamai - P. Berneschi  
*Scheda studente*

**SIMULATORE ONLINE DI MACCHINA DI TURING**  
CODICE PER IMPLEMENTARE L'ADDIZIONATORE

Collegatevi al seguente sito: <https://turingmachinesimulator.com>

Cancellate tutte le istruzioni che trovate scritte e ricopiate le seguenti istruzioni

//Author: LM_addizionatore_unario	q1,C
// Simulator: <a href="https://turingmachinesimulator.com">https://turingmachinesimulator.com</a>	q2,C>
// Initial state: q0	q2,0
// Accepting state: q0	q2,0,>
// Whole alphabet: 0,C,X	
	q2,_
// Comments: Add two numbers in unary form, //separated by character C	q3,0,<
	q3,0
	q3,0,<
name: Add	
{0}: q0	q3,C
accept: q5	q4,C,<
q0,0	q4,0
q1,X,>	q4,0,<
q0,C	q4,X
q5,_	q0,X,>
q1,0	
q1,0,>	

Copiate la stringa su cui avete lavorato

0	0	C	0
↑			

Date il comando invio...

Cosa avete ottenuto?

---

LICEO MOMENTANO... CLASSE:  
Componenti del gruppo:

Pag. 2



# SIMULATORE ONLINE DI MACCHINA DI TURING

<https://turingmachinesimulator.com>

## CODICE PER IMPLEMENTARE L'ADDIZIONATORE

Cancellare tutto ciò che trovate scritto e ricopiate le seguenti istruzioni

//Author: LM gruppetto“Guido ed Emma Castelnuovo”	q1,C
// Simulator: <a href="https://turingmachinesimulator.com">https://turingmachinesimulator.com</a>	q2,C,>
// Initial state: qinit	
// Accepting state: qfin	q2,0
// Whole alphabet: 0,C,X	q2,0,>
// Comments: Add two numbers in unary form, //separated by character C	q2,_ q3,0,<
name: Add	q3,0
init: q0	q3,0,<
accept: q5	
	q3,C
q0,0	q4,C,<
q1,X,>	
	q4,0
q0,C	q4,0,<
q5,_,-	
	q4,X
q1,0	q0,X,>
q1,0,>	

# TURING MACHINE

Inserisci

Passaggi: 0 Stato: Nessuno



Ingresso Caricare ▶ || ■ ▶▶ Velocità:

Detailed description: This is the initial state of a Turing Machine simulation. The title is 'Inserisci'. Below it, the progress is 'Passaggi: 0' and the state is 'Stato: Nessuno'. A horizontal tape consists of 20 blue cells. A black triangle head is positioned below the 11th cell. At the bottom, there is an input field containing 'Ingresso', a 'Caricare' button, a control panel with play, pause, stop, and next buttons, and a 'Velocità' slider.

Inserisci

Passaggi: 0 Stato: q0



00C0 ▶ || ■ ▶▶ Velocità:

Detailed description: The Turing Machine simulation has progressed. The title remains 'Inserisci'. The progress is still 'Passaggi: 0', but the state is now 'Stato: q0'. The tape now contains the sequence '00C0' starting from the 11th cell, with the black triangle head pointing to the first '0'. The input field now contains '00C0'. The control panel and velocity slider are identical to the previous state.

↑  
copia la  
sequenza

↑  
Clicca qui

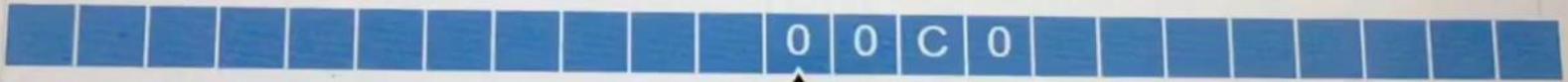
↑  
Via...

# TURING MACHINE

Inserisci

Passaggi: 0

Stato: q0



00C0

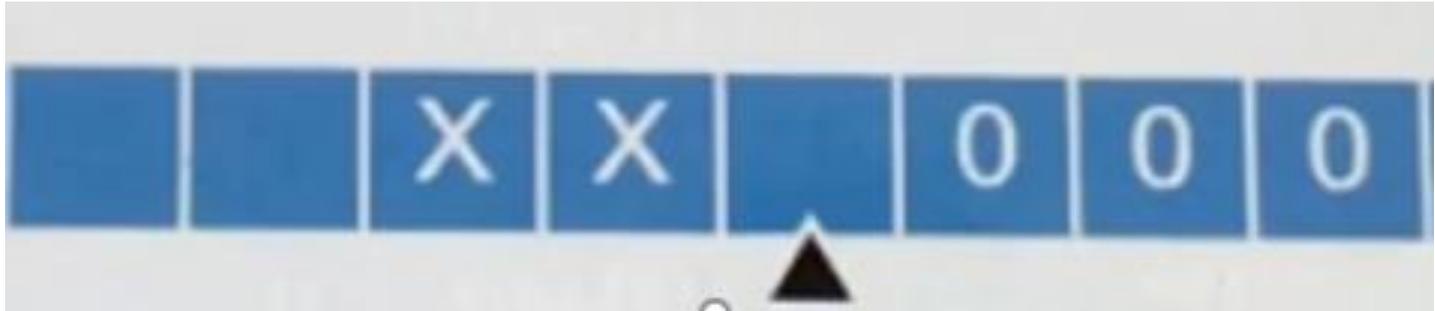
Caricare

Control panel with icons for: a hand cursor, a pause symbol (two vertical bars), a stop symbol (a square), and a play symbol (a right-pointing triangle).

Velocità:

A horizontal slider control for adjusting speed, with a blue bar on the left and a white bar on the right.

# Cosa osservate?



Gli studenti che non hanno commesso errori durante il gioco hanno esclamato:  
**LA NOSTRA MACCHINA HA FUNZIONATO!**

**ANCORA NON SANNO CHE COSA STANNO FACENDO:**

<b>B</b>	<b>B</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>B</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

# ADDIZIONATORE UNARIO

## Fase III: LETTURA DI UN GRAFO

**MACCHINA DI TURING**  
Dal gioco al grafo al codice  
Scheda studente

**GRUPPO DI PROGETTO:**  
E. Ragora E. Possamai - P. Berneschi

**LEGGERE E INTERPRETARE UN GRAFO**

Ad ogni gruppo viene consegnato il seguente diagramma grafico

```
graph LR; Q0((Q0)) -- "0,0/R" --> Q1((Q1)); Q1 -- "0,0/R" --> Q1; Q1 -- "C,C/R" --> Q2((Q2)); Q2 -- "0,0/R" --> Q2; Q2 -- "B,0/L" --> Q3((Q3)); Q3 -- "0,0/L" --> Q3; Q3 -- "C,C/L" --> Q4((Q4)); Q4 -- "0,0/L" --> Q4; Q0 -- "C,B/R" --> Q5(((Q5))); Q4 -- "C,B/R" --> Q5; style Q0 stroke-width:2px; style Q5 stroke-width:4px; style Q5 fill:#fff,stroke:#000,stroke-width:2px;
```

Istruzione alla mano cercate di capire come è stato costruito e scrivete a parole ciò che viene rappresentato dal diagramma grafico anche detto GRAFO

Se Q0 riceve 0, allora

Se Q0 riceve C, allora

Se Q1 riceve

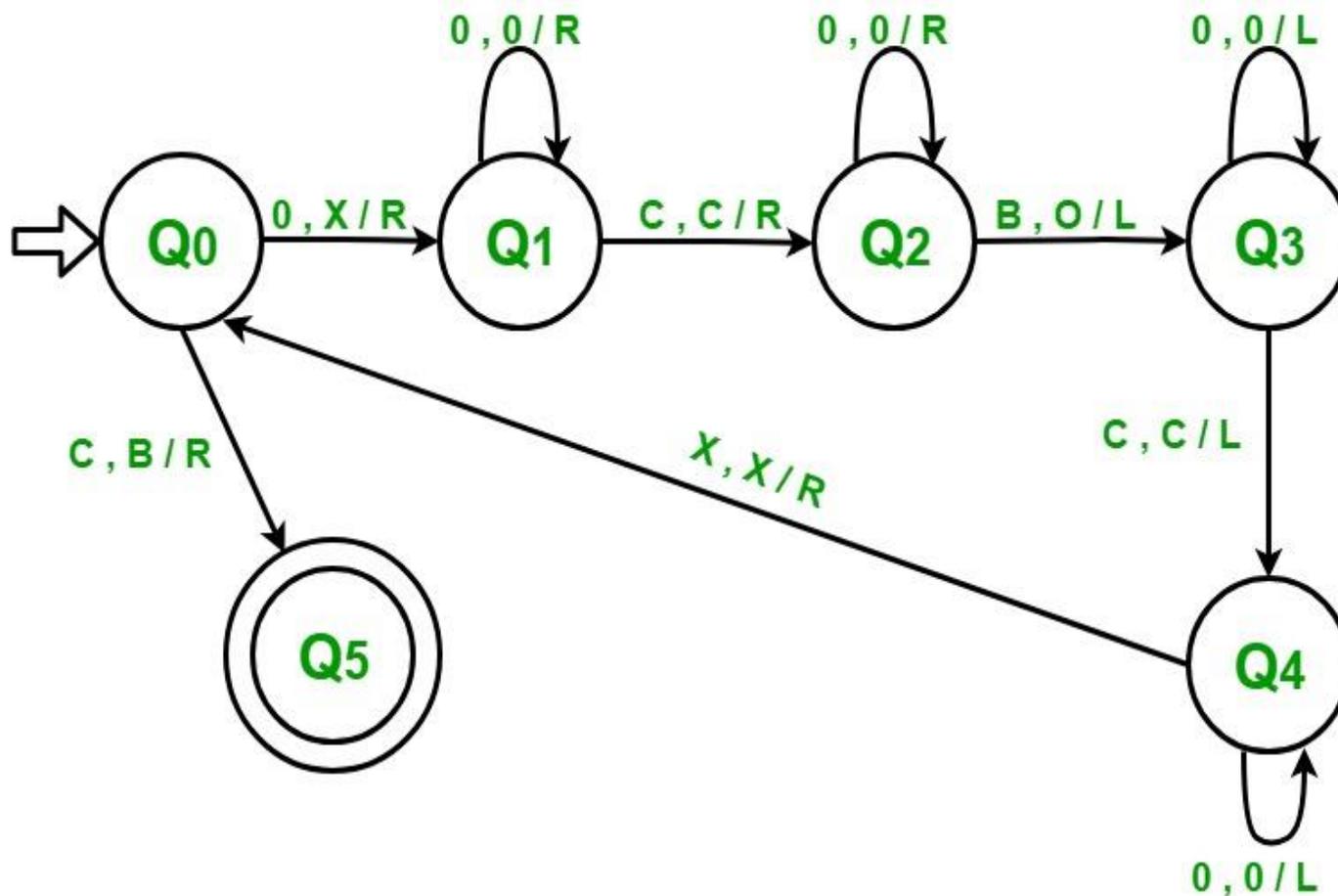
LICEO MOMENTANO - CLASSE:  
Componenti del gruppo:

Pag. 3



## DIAGRAMMA GRAFICO

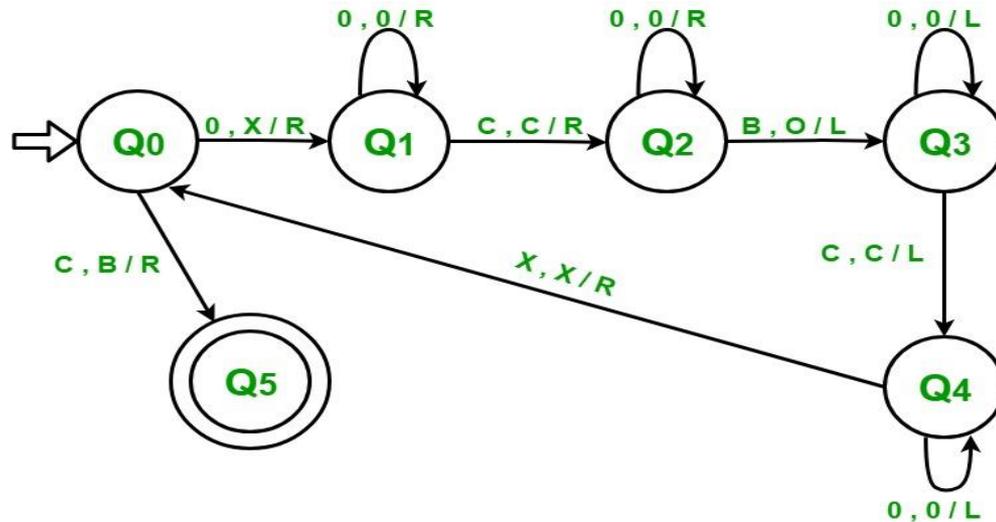
Per capire in modo schematico come ha funzionato la Macchina di Turing si proietta questo grafo e si chiede agli studenti, istruzioni alla mano, di interpretarlo.





# DIAGRAMMA GRAFICO ↔ SIMULATORE ONLINE

Per capire come si implementano le istruzioni con il codice del simulatore online si chiede agli studenti di mettere a confronto il grafo e il codice.



name: Add init: q0 accept: q5	q1,0 q1,0,>	q2,_ q3,0,<	q4,0 q4,0,<
q0,0 q1,X,>	q1,C q2,C,>	q3,0 q3,0,<	q4,X q0,X,>
q0,C q5,_,-	q2,0 q2,0,>	q3,C q4,C,<	

# INTERPRETIAMO IL COMPORTAMENTO DELLA MACCHINA DI TURING SIMULATA

Mettendo a confronto la sequenza iniziale e quella finale possiamo capire quale operazione ha effettuato la Macchina di Turing che avete simulato?

B	B	0	0	C	0	B	B	
				↓				
B	B	X	X	B	0	0	0	

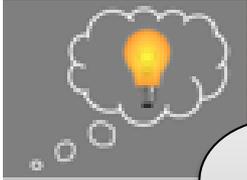
**Andrea:**  
La Macchina ha fatto sparire la C e ha fatto comparire la X.

**Laura:**  
La Macchina ha lavorato sulla sequenza 00C0

**Giulia:**  
La Macchina ad ogni passo ha spostato i simboli ma ha conservato il numero di zeri: 3 erano e 3 sono rimasti

**Matteo:**  
Per la Macchina la B non è importante perché nel simulatore la B equivale alla cella vuota

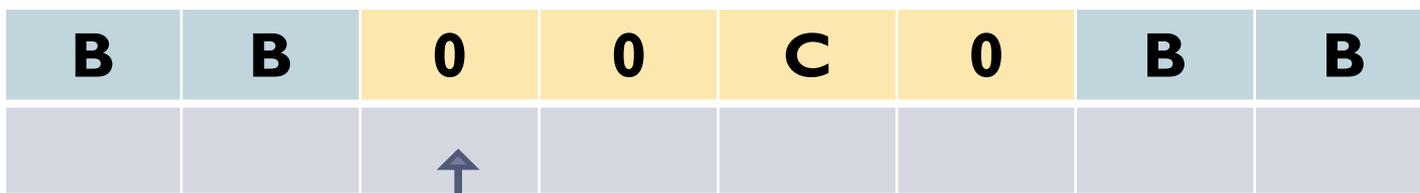
Ancora però nessuno ha capito quale operazione ha svolto la Macchina...



**SERVONO ALTRE PROVE e UN INDIZIO!**  
Il simbolo C rappresenta l'operatore...

## INTERPRETIAMO IL COMPORTAMENTO DELLA MACCHINA DI TURING SIMULATA

La macchina di Turing ha letto la sequenza iniziale



come

**0 0 C 0 = 2 zeri +1 zero**

e, dopo un certo numero di passi, ha restituito in OUTPUT

**la somma = 3 zeri.**

**0 0 0**

La macchina di Turing ha effettuato l'addizione tra due numeri  
scritti nel sistema unario

**La macchina di Turing ha funzionato  
come un  
ADDIZIONATORE UNARIO**

# MODALITÀ COMPETIZIONE

Dopo aver provato il funzionamento della macchina di Turing in modalità istruzione, si può giocare in modalità competizione.

Viene cambiata la stringa in Input e si fa partire il tempo quando viene eseguita la prima istruzione della testina.

ESEMPIO

<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>C</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>B</b>						
			↑												

Vince la squadra che completa correttamente per prima il calcolo.

<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>
											↑				



# MACCHINA DI TURING COPIATRICE

## *Fase I: Dal grafo al codice*



**DAL DIAGRAMMA GRAFICO  
ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI**

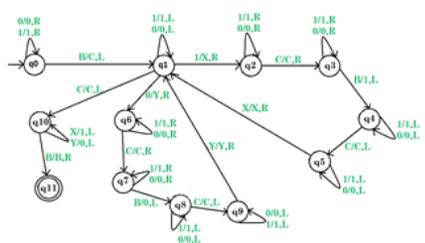
Scheda studente

**GRUPPO DI  
PROGETTO:**  
E. Ragusa  
E. Possamai -  
P.  
Berneschi

---

**Dato il seguente diagramma grafico...**

Deduci quali sono le istruzioni fornite dal seguente grafico.



a) Indica i simboli utilizzati nel diagramma: 0, 1, X, Y

b) Gli spostamenti: L (sinistra), R (destra)

c) Stabilisci quindi una sequenza di numeri indica con una freccia da dove la testa si trova inizialmente

	0	0	1	1	1															
	↑																			

LICEO NOMETANO - CLASSE: \_\_\_\_\_

Componenti del gruppo: \_\_\_\_\_

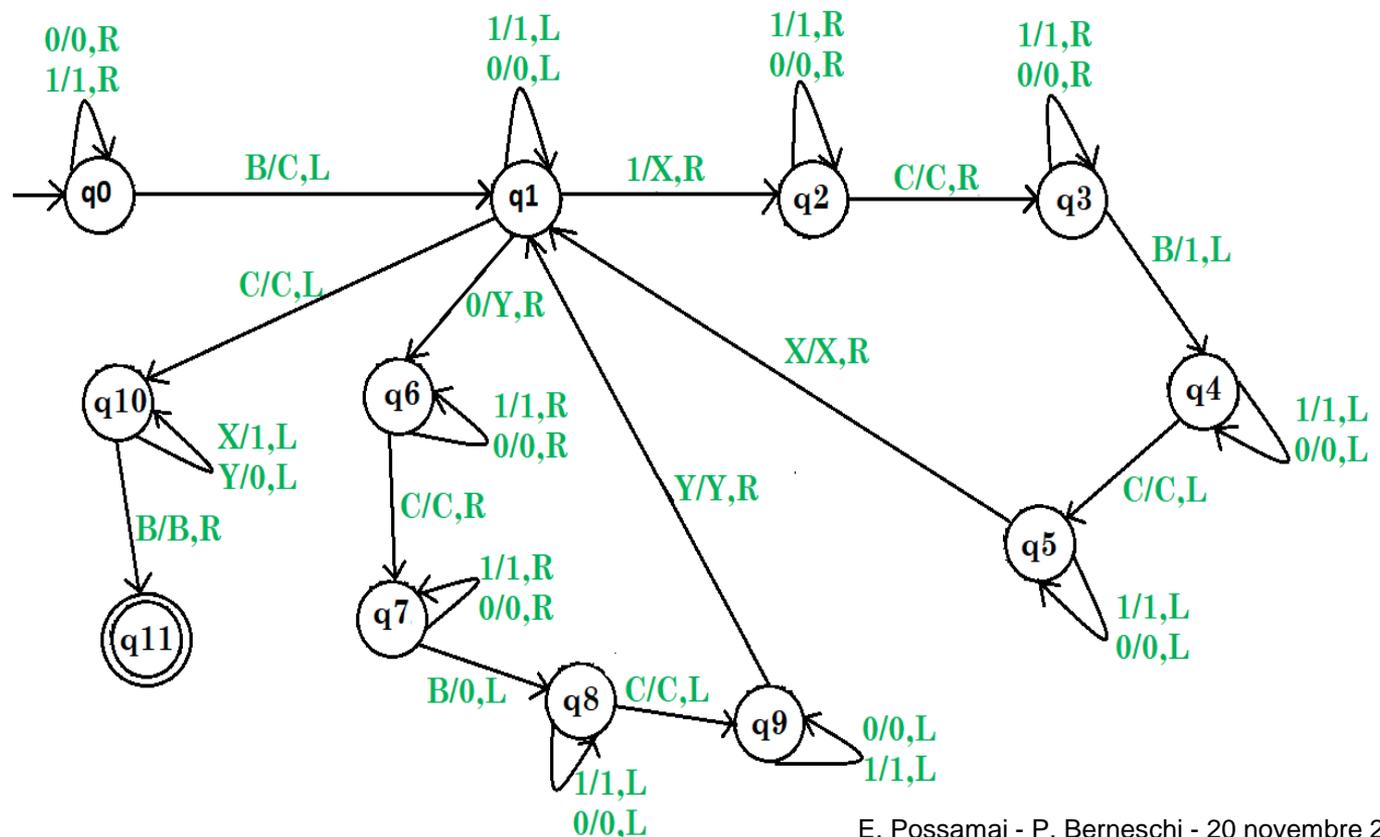
Pag. 1



# DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI

Ad ogni gruppo è stata consegnata una scheda contenente il seguente grafo (senza specificare quale macchina stia simulando) ed abbiamo chiesto di

- capire quali istruzioni fornisce
- scrivere il codice per implementare le istruzioni del simulatore online.
- scoprire CHE MACCHINA DI TURING si è ottenuta
- scrivere le istruzioni per la testina e gli stati
- preparare il set sperimentale



# DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI

Capire quali istruzioni fornisce

MACCHINA DI TURING COPIATRICE  
DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALLE ISTRUZIONI

DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI

GRUPPO DI PROGETTO:  
E. Rogora  
E. Possamai -  
P. Berneschi

Scheda studente

Dato il seguente diagramma:  
Deduci quali sono le istruzioni fornite dal seguente grafico

a) Indica i simboli utilizzati nel diagramma:  
b) Gli spostamenti: L (sinistra), R (destra)  
c) Stabilisci quindi una sequenza di numeri. Indica la testa si trova inizialmente

	0	0	1	1	1	
		1				

LICEO NOMENTANO - CLASSE:  
Componenti del gruppo:

DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI

GRUPPO DI PROGETTO:  
E. Rogora  
E. Possamai -  
P. Berneschi

Scheda studente

**Deduzione del grafico**

Deduci quali sono le istruzioni fornite dal seguente grafico

q0

se arriva la testina col simbolo 0, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a destra la testina e si manda la testina allo stato q0

se arriva la testina col simbolo 1, si consegna il simbolo 1, si fa spostare a destra la testina e si manda la testina allo stato q0

se arriva la testina senza simbolo, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q1

q1

se arriva la testina col simbolo 0, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q1

se arriva la testina col simbolo 1, si consegna il simbolo 1, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q1

se arriva la testina ???

se arriva la testina col simbolo 1, si consegna il simbolo X, si fa spostare a destra la testina e si manda la testina allo stato q2

q2

se arriva la testina col simbolo 0, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a destra la testina e si manda la testina allo stato q2

se arriva la testina col simbolo 0, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a destra la testina e si manda la testina allo stato q5

q5

se arriva la testina col simbolo 1, si consegna il simbolo 1, si fa spostare a destra la testina e si manda la testina allo stato q5

se arriva la testina col simbolo 0, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a destra la testina e si

LICEO NOMENTANO - CLASSE:  
Componenti del gruppo:

DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI

GRUPPO DI PROGETTO:  
E. Rogora  
E. Possamai -  
P. Berneschi

Scheda studente

ato q5

simbolo 0, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a destra la testina e si manda la testina allo stato q5

se simbolo, si consegna il simbolo 1, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q4

simbolo 1, si consegna il simbolo 1, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q4

simbolo 0, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q4

simbolo 0, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q5

simbolo 1, si consegna il simbolo 1, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q5

simbolo 0, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q5

simbolo X, si consegna il simbolo X, si fa spostare a destra la testina e si manda la testina allo stato q1

simbolo 1, si consegna il simbolo 1, si fa spostare a destra la testina e si manda la testina allo stato q0

simbolo 0, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a destra la testina e si manda la testina allo stato q0

simbolo 0, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a destra la testina e si manda la testina allo stato q7

DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI

GRUPPO DI PROGETTO:  
E. Rogora  
E. Possamai -  
P. Berneschi

Scheda studente

manda la testina allo stato q?

se arriva la testina senza simbolo, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q5

q5

se arriva la testina col simbolo 1, si consegna il simbolo 1, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q5

se arriva la testina col simbolo 0, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q5

se arriva la testina col simbolo 0, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q5

se arriva la testina col simbolo 0, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q5

se arriva la testina col simbolo Y, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q10

se arriva la testina senza simbolo, non si consegna il simbolo, si fa spostare a destra la testina e si manda la testina allo stato q11

q11

Il gioco è finito e il numero è stato copiato!

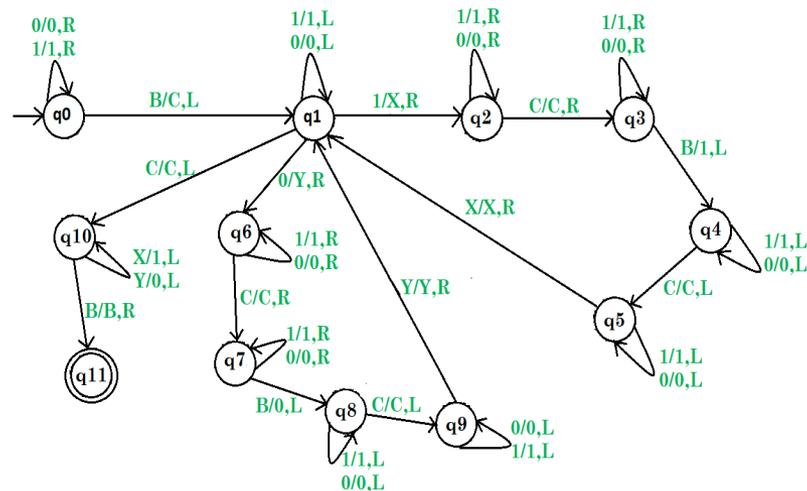
Hanno avuto dubbi sul capire le istruzioni

# DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI

scrivere il codice per implementare le istruzioni del simulatore online. **SENZA MODIFICA**

## CODICE PER IMPLEMENTARE IL GRAFO

name: ?	q2,1	q5,1	q8,0
init: q0	q2,1,>	q5,1,<	q8,0,<
accept: q11			
	q2,0	q5,0	q8,C
q0,0	q2,0,>	q5,0,<	q9,C,<
q0,0,>			
	q2,C	q5,X	q9,1
q0,1	q3,C,>	q1,X,>	q9,1,<
q0,1,>			
	q3,1	q6,1	q9,0
q0,_	q3,1,>	q6,1,>	q9,0,<
q1,C,<			
	q3,0	q6,0	q9,Y
q1,0	q3,0,>	q6,0,>	q1,Y,>
q1,0,<			
	q3,_	q6,C	q10,X
q1,1	q4,1,<	q7,C,>	q10,1,<
q1,1,<			
	q4,1	q7,1	q10,Y
q1,1	q4,1,<	q7,1,>	q10,0,<
q2,X,>		q7,0	
	q4,0	q7,0,>	q10,_
q1,0	q4,0,<		q11,_,>
q6,Y,>		q7,_	
	q4,C	q8,0,<	
q1,C	q5,C,<		
q10,C,<		q8,1	
		q8,1,<	

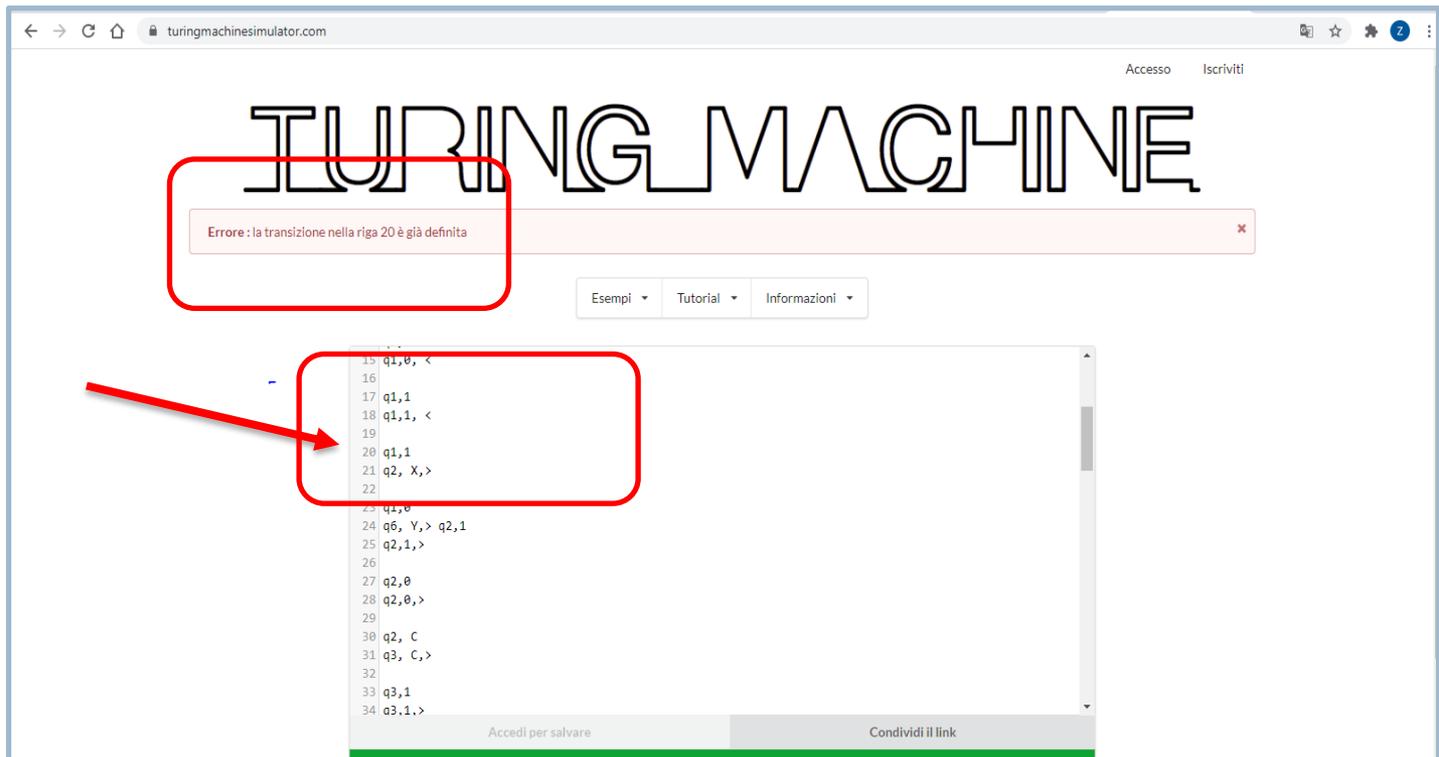
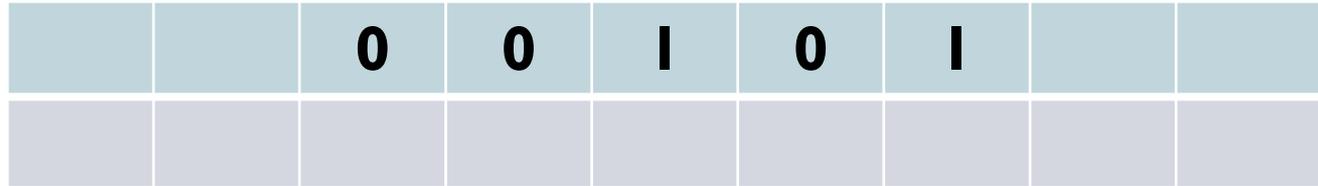


Nonostante i dubbi hanno  
provato a scriverlo comunque

# DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI

MACCHINA DI TURING COPIATRICE  
DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALLE ISTRUZIONI

- *UTILIZZO DI: <https://turingmachinesimulator.com/> per la compilazione del codice senza modifica.*



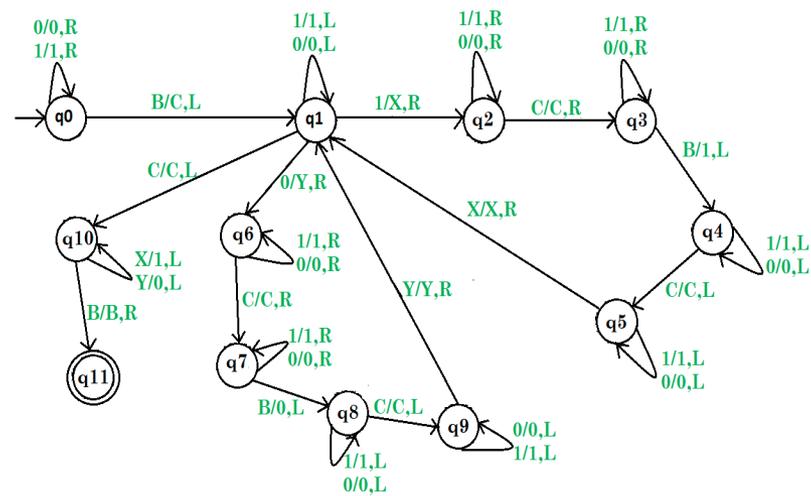
La compilazione del codice della MACCHINA DI TURING si è bloccata

# DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI

scrivere il codice per implementare le istruzioni del simulatore online. **SENZA MODIFICA**

## CODICE PER IMPLEMENTARE IL GRAFO

name: ?	q2,1	q5,1	q8,0
init: q0	q2,1,>	q5,1,<	q8,0,<
accept: q11			
	q2,0	q5,0	q8,C
q0,0	q2,0,>	q5,0,<	q9,C,<
q0,0,>			
	q2,C	q5,X	q9,1
q0,1	q3,C,>	q1,X,>	q9,1,<
q0,1,>			
	q3,1	q6,1	q9,0
q0,_	q3,1,>	q6,1,>	q9,0,<
q1,C,<			
	q3,0	q6,0	q9,Y
q1,0	q3,0,>	q6,0,>	q1,Y,>
q1,0,<			
	q3,_	q6,C	q10,X
q1,1	q4,1,<	q7,C,>	q10,1,<
q1,1,<			
	q4,1	q7,1	q10,Y
q1,1	q4,1,<	q7,1,>	q10,0,<
q2,X,>		q7,0	
		q7,0,>	
q1,0	q4,0	q7,0,>	q10,_
q6,Y,>	q4,0,<		q11,_,>
		q7,_	
	q4,C	q8,0,<	
q1,C	q5,C,<		
q10,C,<		q8,1	
		q8,1,<	



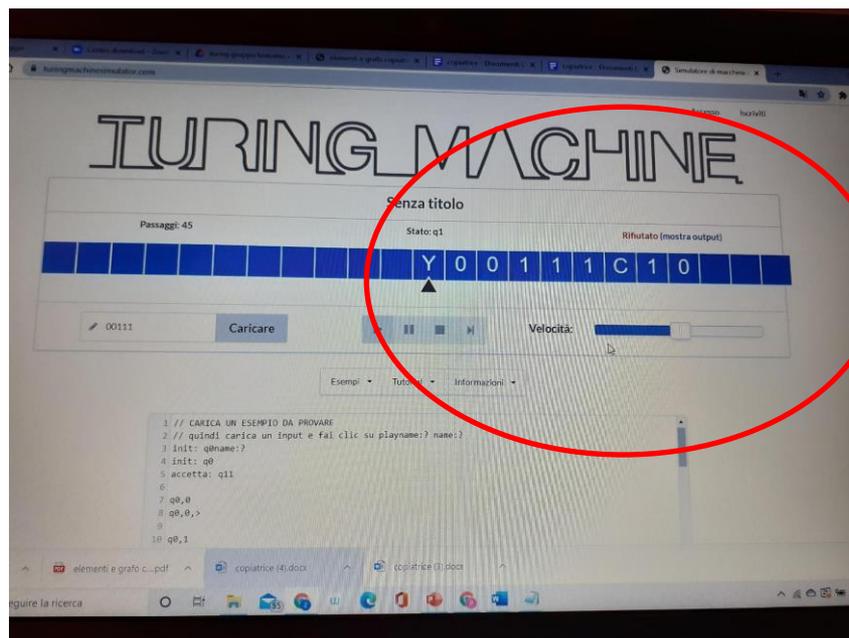
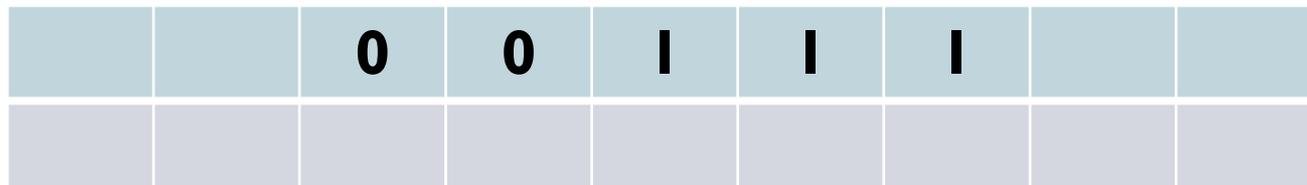
Il problema hanno capito che era proprio qui!!



# DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI

MACCHINA DI TURING COPIATRICE  
DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALLE ISTRUZIONI

- *UTILIZZO DI: <https://turingmachinesimulator.com/> per la compilazione del codice con modifica 1*



Il codice è stato compilato ma inizia una discussione su possibili ipotesi del tipo di MACCHINA DI TURING che si era ottenuta...

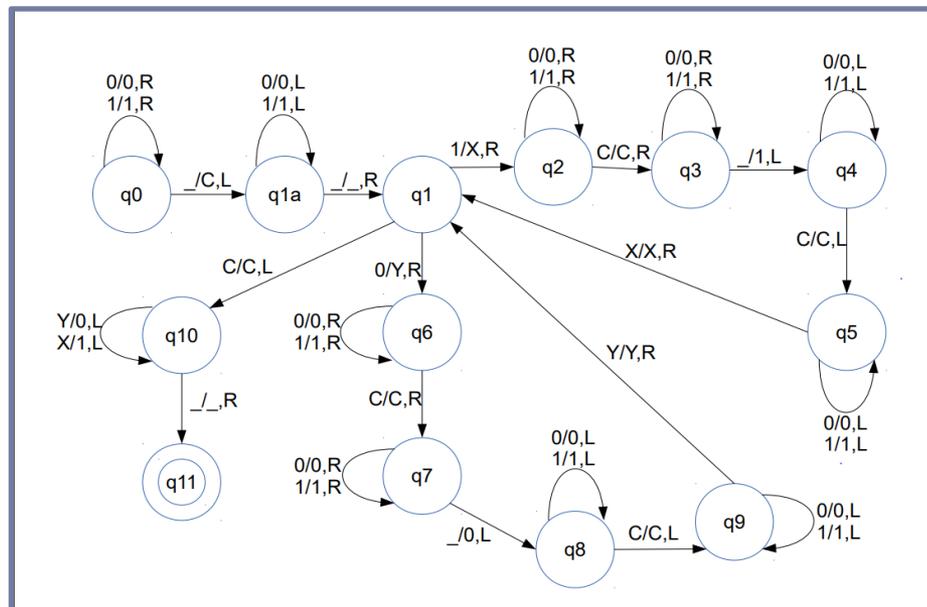
# DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI

scrivere il codice per implementare le istruzioni del simulatore online con MODIFICA

## CODICE PER IMPLEMENTARE « LA COPIATRICE »

MACCHINA DI TURING COPIATRICE  
DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALLE ISTRUZIONI

name: COPIATRICE init: q0 accept: q11	q1,C q10,C,<	q5,1 q5,1,<	q8,1 q8,1,<
q0,0 q0,0,>	q2,1 q2,1,>	q5,0 q5,0,<	q8,0 q8,0,<
q0,1 q0,1,>	q2,0 q2,0,>	q5,X q1,X,>	q8,C q9,C,<
q0,_ q1a,C,<	q2,C q3,C,>	q6,1 q6,1,>	q9,1 q9,1,<
q1a,0 q1a,0,<	q3,1 q3,1,>	q6,0 q6,0,>	q9,0 q9,0,<
q1a,1 q1a,1,<	q3,0 q3,0,>	q6,C q7,C,>	q9,Y q1,Y,>
q1a,_ q1,_,>	q3,_ q4,1,<	q7,1 q7,1,>	q10,X q10,1,<
q1,1 q2,X,>	q4,1 q4,1,<	q7,0 q7,0,>	q10,Y q10,0,<
q1,0 q6,Y,>	q4,0 q4,0,<	q8,0,<	q10,_ q11,_,>
	q4,C q5,C,<		



Il confronto ha portato, dopo aver studiato il grafico, che si trattava di una macchina copiatrice.

Questo è uno dei grafici e dei codici proposti dagli studenti per la Macchina Copiatrice

# DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI

## Inizio e fine della compilazione della « COPIATRICE »

MACCHINA DI TURING COPIATRICE  
DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALLE ISTRUZIONI

The screenshot shows the Turing Machine simulator interface. The title is "TURING MACHINE". Below the title, it says "Senza titolo". The progress bar shows "Passaggi: 0" and "Stato: q0". The tape contains the input "00111". The control panel includes a "Caricare" button, a play/pause button, and a "Velocità:" slider. The code editor shows the following instructions:

```
1 nome: copiatrice
2 init: q0
3 accetta: q11
4
5 q0,0
6 q0,0,>
7
8 q0,1
9 q0,1,>
10
11 q0
```

The screenshot shows the Turing Machine simulator interface after the simulation has completed. The title is "TURING MACHINE". Below the title, it says "Senza titolo". The progress bar shows "Passaggi: 84" and "Stato: q11". The tape contains the output "00111C00111". The control panel includes a "Caricare" button, a play/pause button, and a "Velocità:" slider. The code editor shows the same instructions as in the previous screenshot:

```
1 nome: copiatrice
2 init: q0
3 accetta: q11
4
5 q0,0
6 q0,0,>
7
8 q0,1
9 q0,1,>
10
11 q0
```

Senza titolo

Passaggi: 0 Stato: q0

0 0 1 1 1

00111 Caricare

Velocità:

Esempi Tutorial Informazioni

```
1 nome: copiatrice
2 init: q0
3 accetta: q11
4
5 q0,0
6 q0,0,>
7
8 q0,1
9 q0,1,>
10
11 q0,.
```

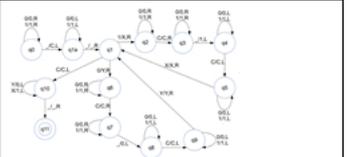
# MACCHINA DI TURING COPIATRICE

## Fase II: DAL GRAFO AL CODICE AL GIOCO

**DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI**

GRUPPO DI PROGETTO:  
E. Rogora  
E. Possamai  
P. Berneschi

Scheda studente



Istruzioni per simulazione online con modifica a partire dal grafo

name: <b>copiatrice</b>	q0.C	q7.1
q0.C	q3.C.>	q7.1.>
q0.0	q3.1.>	q7.0
q0.1	q3.0.>	q7.0.>
q0.1.>	q3.1.<	q7.1
q0.	q3.1.<	q7.0.<
q1a.C.<	q3.0.<	q7.1.<
q1a.0	q3.1.<	q7.0.<
q1a.0.<	q3.C	q7.C.<
q1a.1	q3.C.<	q7.0
q1a.1.<	q3.1	q7.1.<
q1a.	q3.1.<	q7.0.<
q1. >	q3.0	q7.1.>
q1.1	q3.0.<	q7.0.>
q1.X.>	q3.1	q7.1.>
q1.0	q3.1.<	q7.0.<
q1.Y.>	q3.C	q7.1.>
q1.C	q3.C.<	q7.0.>
q1.0.C.<	q3.1	q7.1.>
q2.1	q3.1.>	q7.0.>
q2.1.>	q3.0	q7.1.>
q2.0	q3.0.>	q7.0.>
q2.0.>	q3.1	q7.1.>
	q3.C	q7.C.>

LICEO NOMETANO - CLASSE:  
Componenti del gruppo:

Pag. 11



# DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI

*scrivere le istruzioni per la testina e gli stati*

## Istruzioni del gioco

### **Preparazione del gioco:**

- a. Preparare le caselle necessarie per scrivere la tabella iniziale e gli «0» e gli «1» necessari per iniziare ( per entrambe le squadre)
- b. Distribuire i grafi, le frecce (dx, sx e puntatore), le lettere simboli e le carte per il codice

Svolgimento del gioco:

### **Ogni squadra dovrà**

- a. Comprendere le istruzioni del grafo
- b. Scrivere il codice utilizzando le opportune carte, se con il simulatore compilato il codice si può passare al punto successivo
- c. Scrivere le istruzioni per la testina e gli stati
- d. **Verificare il risultato assegnando ad ognuno il ruolo di testina o di stato**
- e. Confrontare il risultato ottenuto con quello del simulatore se è lo stesso la squadra ha vinto.

### **Per il punto d:**

Gli studenti seguiranno le proprie istruzioni seduti intorno alla tabella che rappresenta il nastro

N.B.

Nel gioco sono inserite le istruzioni della testina e degli stati relativi ai grafi inseriti

# DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI

*scrivere le istruzioni per la testina e gli stati*

## Istruzioni per la testina

- a. Leggere ad alta voce il simbolo sulla tabella in corrispondenza del puntatore.
- b. Prendere il gettone con il simbolo appena letto.
- c. Dare il gettone allo stato  $q_0$  inizialmente o allo stato che è in piedi
- v. Attendere al tuo posto

## **ISTRUZIONI SUCCESSIVE**

1. Ricevere un gettone dallo stato in piedi e una freccia con una scritta ( destra o sinistra)
2. Raggiungere la tabella che rappresenta il nastro
3. Togliere il simbolo sul nastro nella posizione indicata dal puntatore e mettere il simbolo riportato sul gettone,
4. Spostare il puntatore a destra o a sinistra secondo quanto scritto sulla freccia
5. Leggere ad alta voce il simbolo sul nastro in corrispondenza della nuova posizione del puntatore.
7. Prendere il gettone con il simbolo appena letto.
8. Consegnare il gettone allo stato in piedi
9. Torni al punto 1 del blocco ISTRUZIONI SUCCESSIVE.

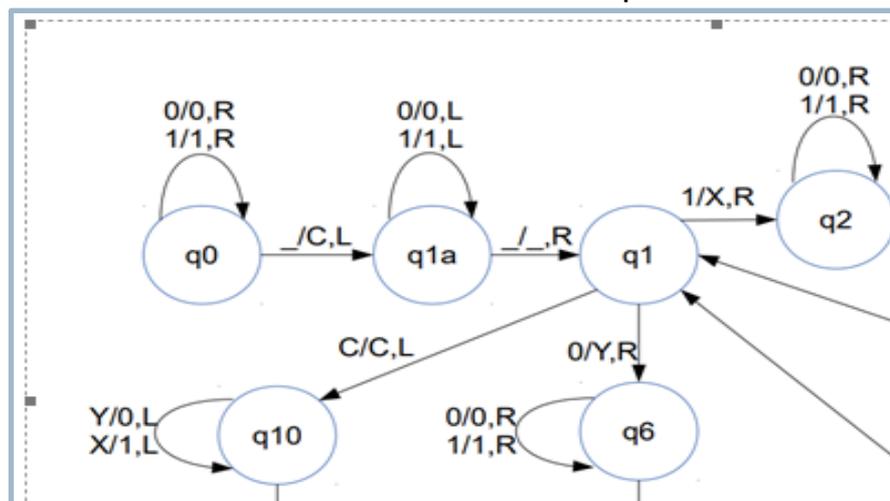
# DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI

*scrivere le istruzioni per la testina e gli stati*

## Istruzioni per q0

Seguire le seguenti istruzioni quando si è in piedi

- a. Attendere le istruzioni dalla testina
- b. Prendere il gettone con il simbolo dalla testina.
- c. A secondo del gettone ricevuto esegui le seguenti istruzioni
  1. se arriva la testina col simbolo 0, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a destra la testina e si manda la testina allo stato q0
  2. se arriva la testina col simbolo 1, si consegna il simbolo 1, si fa spostare a destra la testina e si manda la testina allo stato q0
  3. se arriva la testina senza simbolo, si consegna il simbolo C, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q1a



**Se il gettone che hai ricevuto presenta un simbolo diverso da “0” o “1” o da “B” alzare la mano e pronunciare ad alta voce “BLOCCARE LA MACCHINA”.**

# DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI

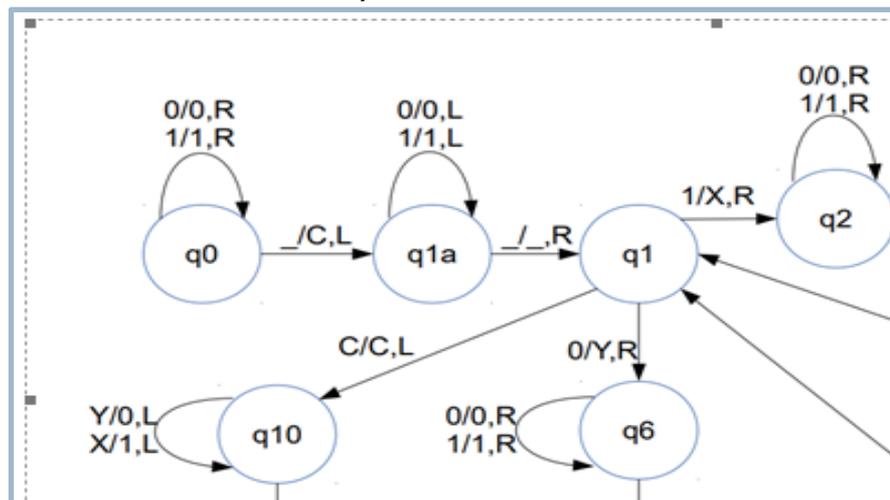
*scrivere le istruzioni per la testina e gli stati*

## Istruzioni per q1a

Seguire le seguenti istruzioni quando si è in piedi

- a. Attendere le istruzioni dalla testina
- b. Prendere il gettone con il simbolo dalla testina.
- c. A secondo del gettone ricevuto esegui le seguenti istruzioni

1. se arriva la testina col simbolo 0, si consegna il simbolo 0, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q1a
2. se arriva la testina col simbolo 1, si consegna il simbolo 1, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q1a
3. se arriva la testina senza simbolo, non si consegna il simbolo, si fa spostare a destra la testina e si manda la testina allo stato q1



**Se il gettone che hai ricevuto presenta un simbolo diverso da “0” o “1” o da “B” alzare la mano e pronunciare ad alta voce “BLOCCARE LA MACCHINA”.**

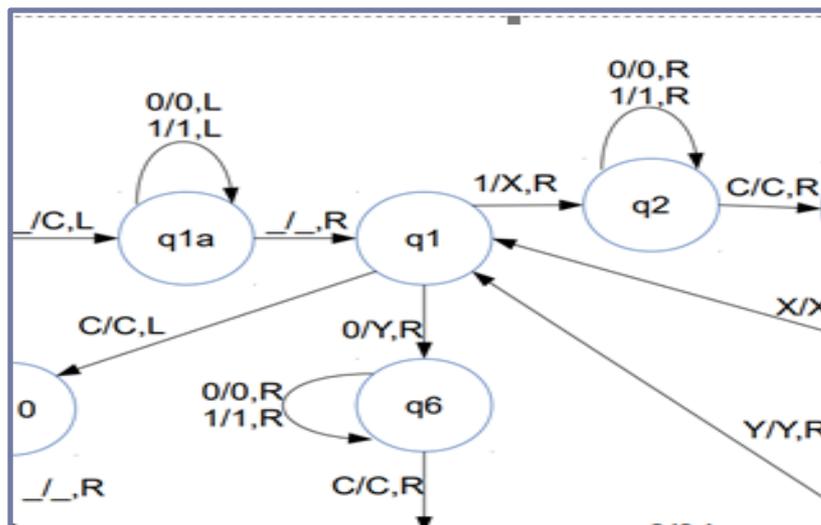
# DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI

*scrivere le istruzioni per la testina e gli stati*

## Istruzioni per q1

Seguire le seguenti istruzioni quando si è in piedi

- a. Attendere le istruzioni dalla testina
  - b. Prendere il gettone con il simbolo dalla testina.
  - c. A secondo del gettone ricevuto esegui le seguenti istruzioni
1. se arriva la testina col simbolo 1, si consegna il simbolo X, si fa spostare a destra la testina e si manda la testina allo stato q2
  2. se arriva la testina col simbolo 0, si consegna il simbolo Y, si fa spostare a destra la testina e si manda la testina allo stato q6
  3. se arriva la testina col simbolo C, si consegna il simbolo C, si fa spostare a sinistra la testina e si manda la testina allo stato q10

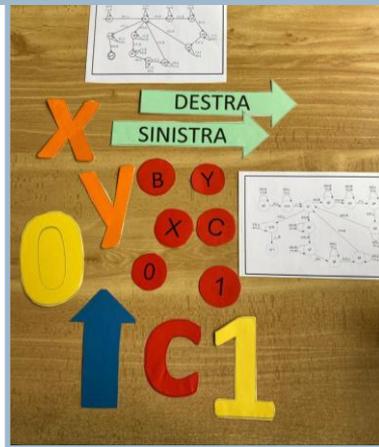
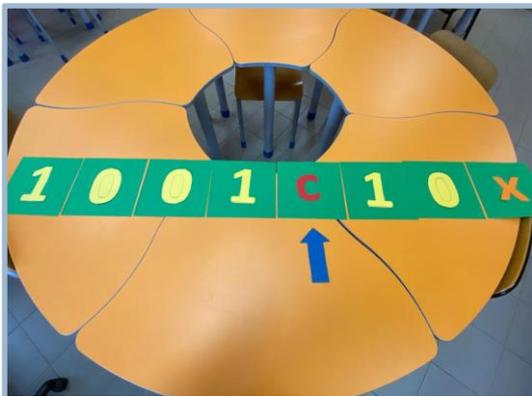


**Se il gettone che hai ricevuto presenta un simbolo diverso da "0" o "1" o da "C" alzare la mano e pronunciare ad alta voce "BLOCCARE LA MACCHINA".**

# DAL DIAGRAMMA GRAFICO ALL'IMPLEMENTAZIONE DELLE ISTRUZIONI

*preparare il set sperimentale*

## Set Sperimentale



# IL GIOCO DI TURING

## Percorso didattico

### **PARTE 1: ADDIZIONATORE UNARIO**

- GIOCO DI TURING *(tempi: 1.5 ore)*
- UTILIZZO DEL SIMULATORE ONLINE *(tempi: 20 minuti)*
- LETTURA E INTERPRETAZIONE DEL GRAFO DELLE ISTRUZIONI *(tempi: 30 minuti)*
- CONFRONTO E DISCUSSIONE DEI RISULTATI *(tempi: 30 minuti)*
- **COMPETIZIONE** *(tempi:40 minuti)*

### **PARTE 2: COPIATRICE**

- LETTURA E INTERPRETAZIONE DEL DIAGRAMMA GRAFICO *(tempi: 1 ora)*
- SCRITTURA DEL CODICE PER IMPLEMENTARE LA COPIATRICE *(tempi: 45 minuti)*
- PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DEL SET SPERIMENTALE *(tempi: 1 ora)*
- SCRITTURA DELLE ISTRUZIONI PER LA TESTINA E GLI STATI *(tempi: 1 ora)*

# ALTRE MACCHINE DI TURING

## ... *WORK IN PROGRESS*

### PARTE 3: ALTRE MACCHINE DI TURING

- INDIVIDUAZIONE DI UN PROBLEMA «COMPUTAZIONALE»
- PROGETTAZIONE DELLA RELATIVA MACCHINA DI TURING

### IDEA DI LAVORO

- Fornire agli studenti il link che porta a raccolte di grafi che rappresentano macchine di Turing:  
<https://www.google.com/amp/s/www.geeksforgeeks.org/turing-machine-addition/amp/>
- Far scegliere agli studenti un grafo e procedere come abbiamo fatto con la macchina copiatrice:
  - i. Scrivere il codice
  - ii. Controllare se funziona
  - iii. Scoprire cosa fa

## **Considerazioni finali**

***Classi coinvolte:*** seconde e terze del liceo scientifico

### ***Obiettivi didattici generali***

**Imparare ad utilizzare vari linguaggi per descrivere la stessa cosa**

**Comprendere l'importanza del rigore di vari codici linguistici e delle rispettive sintassi**

**Costruire e leggere grafi**

**Vedere altre applicazioni di sequenze binarie**

**Imparare scoprendo**

**Saper lavorare insieme: condivisione, coordinazione e confronto**

**Valenza del gioco per imparare**

## Considerazioni finali

***Diffidenza e/o preoccupazione ad affrontare tale argomento ?***

Non conoscendo la MdT abbiamo iniziato il percorso con entrambi gli stati d'animo, superati però immediatamente con «il mettersi in gioco» e non solo teoricamente, grazie al Prof. Enrico Rogora.

### **ABBIAMO GIOCATO E IMPARATO ANCHE CON I NOSTRI STUDENTI.**

***Perché è stato interessante?***

Generalmente la macchina di Turing viene considerata un modello puramente teorico che trasforma stringhe di simboli in altre stringhe di simboli.

Con questa attività abbiamo trasformato tale modello da teorico e poco attraente a pratico, divertente e stimolante.

### **INOLTRE**

Gli studenti e noi con loro abbiamo **scoperto** che la MdT è un meccanismo molto potente che riesce a realizzare ***ogni algoritmo e che un algoritmo è computabile se realizzabile con una MdT.***



**Grazie per l'attenzione**

Elena Possamai: [e.possamai@liceonomentano.edu.it](mailto:e.possamai@liceonomentano.edu.it)

Patrizia Berneswchi: [p.berneschi@liceonomentano.edu.it](mailto:p.berneschi@liceonomentano.edu.it)